

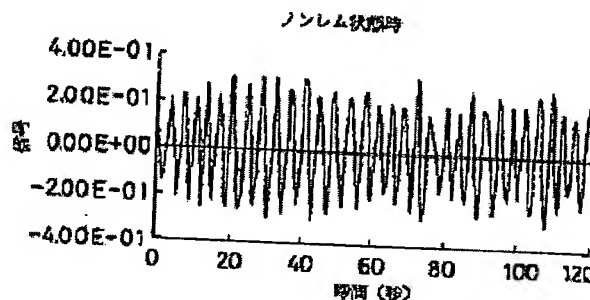
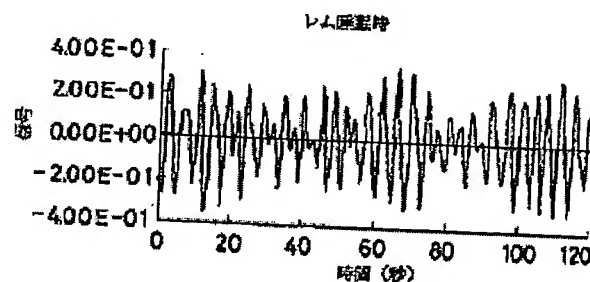
**SLEEPING STATE JUDGING METHOD**

Publication number: JP2002078690  
Publication date: 2002-03-19  
Inventor: OOSAKI RIE; KIMURA SADASUKE; NANBA SHINJI  
Applicant: DENSO CORP  
Classification:  
- International: **A61B5/0245; A61B5/024;** (IPC1-7): A61B5/0245  
- european:  
Application number: JP20000271456 20000907  
Priority number(s): JP20000271456 20000907

Report a data error here

**Abstract of JP2002078690**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a sleeping state judging method by which a calculation process can be executed more easily than a judging method based on a fluctuation in a beat interval and a sleeping state (REM sleep and NREM sleep) can be judged more accurately with less affection of noise due to motion of the body. **SOLUTION:** In a sleeping state judging device, peaks per 1 beat is sensed based on the data of pressing pulse wave of a human living body which is measured during sleeping to generate an envelope, and a sleeping state is judged based on the fluctuation of the envelope. That means, as shown in Fig. 6, when the envelope is almost stable, the state is judged as NREM sleep, and when the envelope fluctuates, the state is judged as REM sleep. In this judging method, if extraction of the top or the bottom of the measured pulse wave is somewhat incorrect, the envelope does not fluctuate more largely, and calculation process is more easily than the conventional judging method based on a fluctuation in a beat interval. Thus, the sleeping state can be judged easily.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-78690  
(P2002-78690A)

(43) 公開日 平成14年3月19日 (2002.3.19)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テマコード\* (参考)

A 6 1 B 5/0245

A 6 1 B 5/02

3 1 0 Z 4 C 0 1 7

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2000-271456 (P2000-271456)

(22) 出願日 平成12年9月7日 (2000.9.7)

(71) 出願人 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72) 発明者 大崎 理江

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
社デンソー内

(72) 発明者 木村 禎祐

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
社デンソー内

(74) 代理人 100080045

弁理士 石黒 健二

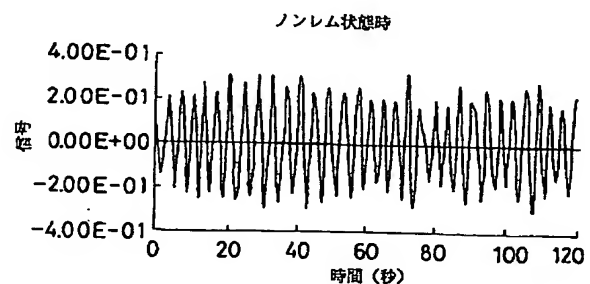
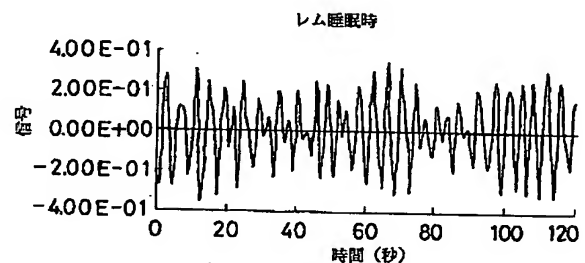
最終頁に続く

## (54) 【発明の名称】 睡眠状態判定方法

## (57) 【要約】

【課題】 脈拍間隔の変動による判定方法に比べて計算処理が容易であり、且つ体動等に伴うノイズの影響を受け難く、より正確に睡眠状態（レム睡眠とノンレム睡眠）を判定できる睡眠状態判定方法を提供すること。

【解決手段】 睡眠状態判定装置は、睡眠中に計測された生体（人間）の脈波データから1拍毎のピークを検出して包絡線を作成し、その包絡線の変動状態から睡眠状態を判定する。つまり、図6に示す様に、包絡線の変動状態が略一定な時をノンレム睡眠とし、包絡線の変動状態が揺らいている時をレム睡眠として判定する。この判定方法では、計測された脈波の頂点または底点の抽出が多少不正確になっても、それによって包絡線の変動状態が大きく変化することはないので、従来の脈拍間隔の変動から睡眠状態を判定する方法と比較して計算処理が圧倒的に簡素であり、簡便に睡眠状態を判定することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】生体から計測された脈波の 1 拍毎の頂点または底点を結んだ包絡線を作成し、その包絡線の変動状態が略一定な時をノンレム睡眠とし、前記包絡線の変動状態が揺らいでいる時をレム睡眠として判定する睡眠状態判定方法。

【請求項 2】生体から計測された脈波の 1 拍毎の高さを波高として求め、その波高の変動状態が略一定な時をノンレム睡眠とし、前記波高の変動状態が揺らいでいる時をレム睡眠として判定する睡眠状態判定方法。

【請求項 3】生体から計測された脈波の 1 拍毎の高さを波高として求めた後、その波高の中心を結んだ基線を作成し、その基線の変動状態が略一定な時をノンレム睡眠とし、前記基線の変動状態が揺らいでいる時をレム睡眠として判定する睡眠状態判定方法。

【請求項 4】請求項 1 に記載した睡眠状態判定方法において、前記包絡線の変動状態を示す指標を統計処理によって求めることを特徴とする睡眠状態判定方法。

【請求項 5】請求項 2 に記載した睡眠状態判定方法において、前記波高の変動状態を示す指標を統計処理によって求めることを特徴とする睡眠状態判定方法。

【請求項 6】請求項 3 に記載した睡眠状態判定方法において、前記基線の変動状態を示す指標を統計処理によって求めることを特徴とする睡眠状態判定方法。

【請求項 7】請求項 4～6 に記載した睡眠状態判定方法において、一定時間に計測される各データの平均値、最大値、最小値、分散値、偏差の少なくとも 1 つを前記指標として求めることを特徴とする睡眠状態判定方法。

【請求項 8】請求項 1～7 に記載した睡眠状態判定方法において、人間の手首または前腕部で計測された脈波から前記包絡線、前記波高、前記基線の何れか 1 つを作成することを特徴とする睡眠状態判定方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、生体から計測された脈波に基づいて生体の睡眠状態を判定する睡眠状態判定方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来より、人間の睡眠状態（眠りの深さ）は、脳波をはじめ眼球運動、筋電、心電などの生体信号を同時に測定する睡眠ポリグラフィーにて判定することができる。しかし、睡眠ポリグラフィーによる測定は装置が大掛かりなため、入院が必要となる。しかも、頭部および顔面等にセンサーを装着する必要があるため、装着感が悪く、センサーを付けることによって睡眠

が妨げられ、正確な検査ができないといった問題があった。そこで、睡眠ポリグラフィーに代わる手段として、睡眠中の呼吸数や脈拍数に着目し、その変化から睡眠状態を判定する方法が提案されている（特開平 3-41926 号公報参照）。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところが、睡眠中の呼吸数や脈拍数から睡眠状態を検出する方法では、心電図の RR 間隔に相当する脈拍間隔を求め、その脈拍間隔の変動（揺らぎ）から睡眠状態（レム睡眠とノンレム睡眠）を判定している。この場合、脈拍間隔を求めるためには、1 拍毎の脈波のピーク（トップまたはボトム）を正確に検出する必要がある。しかし、脈波が安定している時には比較的正確に脈波のピークを検出することができるが、睡眠時の体動等によって脈波が乱れると、脈波のピークは血流以外の要因でずれが生じるため、脈波のピークを誤検出する可能性がある。このため、正確な脈拍間隔を求めるためには複雑な計算処理が必要となり、簡便に睡眠状態を判定することが困難であった。

【0004】また、健康な人間の場合は、レム睡眠とノンレム睡眠に伴う脈拍間隔の揺らぎが生じるが、健康を害している人間や老人の場合は、脈拍間隔の揺らぎが小さくなるため、レム睡眠とノンレム睡眠を判定することが困難である。本発明は、上記事情に基づいて成されたもので、その目的は、脈拍間隔の変動による判定方法に比べて計算処理が容易であり、且つ体動等に伴うノイズの影響を受け難く、より正確に睡眠状態（レム睡眠とノンレム睡眠）を判定できる睡眠状態判定方法を提供することにある。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】（請求項 1 の手段）本発明の睡眠状態判定方法は、生体から計測された脈波の 1 拍毎の頂点または底点を結んだ包絡線を作成し、その包絡線の変動状態が略一定な時をノンレム睡眠とし、包絡線の変動状態が揺らいでいる時をレム睡眠として判定することを特徴とする。この判定方法では、脈波の頂点または底点の抽出が多少不正確になっても、包絡線の変動状態が大きく変化することはないので、従来の脈拍間隔の変動から睡眠状態を判定する方法と比較して計算処理が圧倒的に簡素であり、簡便に睡眠状態を判定することができる。

【0006】（請求項 2 の手段）本発明の睡眠状態判定方法は、生体から計測された脈波の 1 拍毎の高さを波高として求め、その波高の変動状態が略一定な時をノンレム睡眠とし、波高の変動状態が揺らいでいる時をレム睡眠として判定することを特徴とする。この判定方法では、脈波の頂点または底点の抽出が多少不正確になっても、波高の変動状態が大きく変化することはないので、従来の脈拍間隔の変動から睡眠状態を判定する方法と比較して計算処理が圧倒的に簡素であり、簡便に睡眠状態

を判定することができる。

【0007】（請求項3の手段）本発明の睡眠状態判定方法は、生体から計測された脈波の1拍毎の高さを波高として求めた後、その波高の中心を結んだ基線を作成し、その基線の変動状態が略一定な時をノンレム睡眠とし、基線の変動状態が揺らいでいる時をレム睡眠として判定することを特徴とする。この判定方法では、脈波の頂点または底点の抽出が多少不正確になっても、波高の変動状態が大きく変化することはないので、従来の脈拍間隔の変動から睡眠状態を判定する方法と比較して計算処理が圧倒的に簡素であり、簡便に睡眠状態を判定することができる。

【0008】（請求項4の手段）請求項1に記載した睡眠状態判定方法において、包絡線の変動状態を示す指標を統計処理によって求める。

【0009】（請求項5の手段）請求項2に記載した睡眠状態判定方法において、波高の変動状態を示す指標を統計処理によって求める。

【0010】（請求項6の手段）請求項3に記載した睡眠状態判定方法において、基線の変動状態を示す指標を統計処理によって求める。

【0011】（請求項7の手段）請求項4～6に記載した睡眠状態判定方法において、一定時間に計測される各データの平均値、最大値、最小値、分散値、偏差の少なくとも1つを前記指標として求める。

【0012】（請求項8の手段）請求項1～7に記載した睡眠状態判定方法において、人間の手首または前腕部で計測された脈波から包絡線、波高、基線の何れか1つを作成する。

【0013】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施形態を図面に基いて説明する。

（第1実施例）図1は脈波の計測データである。本実施例の睡眠状態判定方法は、生体（人間）から計測された脈波の包絡線、波高、基線の何れか1つまたは2つ以上を作成し、その包絡線、波高、基線の変動状態が略一定な時をノンレム睡眠とし、包絡線、波高、基線の変動状態が揺らいでいる時をレム睡眠として判定するものである。なお、図1に示す様に、包絡線とは、脈波の1拍毎の頂点または底点を結んだ線であり、波高とは、個々の脈波の高さであり、基線とは、波高の中心を結んだ線を言う。この睡眠状態の判定は、CPU（マイクロプロセッサ）を内蔵する睡眠状態判定装置1（図2参照）によって行われる。

【0014】以下に、睡眠状態を判定する睡眠状態判定装置1の処理手順を図3に示すフローチャートに基づいて説明する。

Step10…睡眠中に脈波センサ2で検出された脈波情報

（電気信号）から脈波を計測する（図1参照）。なお、

脈波センサ2は、例えば図2に示す様に、発光素子2a 50

と受光素子2bを有する周知の光学式、あるいは超音波式、ドップラー式、圧力式等でも良い。この脈波センサ2は、人間の手首または指等に装着され、検出した脈波を電気信号（例えば電圧信号）に変換して睡眠状態判定装置1へ出力している。

【0015】Step20…Step10で計測した脈波データをデジタルフィルタに通して不要な周波数成分をカットする。

Step30…脈波データから1拍毎のピークを検出する。

Step40…包絡線、波高、基線の何れか1つまたは2つ以上を作成する。ここでは、包絡線を作成する場合について説明する。包絡線は、上記の様に、計測された脈波の1拍毎のピークを結んで作成される。なお、脈波の頂点同士を結んで作成される包絡線Aと、脈波の底点同士を結んで作成される包絡線Bの何方か一方を使用すれば良い。

【0016】Step50…包絡線の変動状態を検出する。ここでは、一定時間（例えば20秒間）における包絡線の平均値、最大値、最小値、分散値、偏差等、統計処理によって求められる少なくとも1つを指標とし、その値の変動を検出する。

Step60…包絡線の変動状態から睡眠状態を判定する。ここでは、Step50の統計処理によって求めた指標の変動がある範囲内（例えば25%以内の変動）の場合はノンレム睡眠とし、それ以上の場合はレム睡眠として判定する。

Step70…Step60で判定した睡眠状態を表示する。

【0017】（本実施例の作用及び効果）睡眠中に計測した脈波の包絡線、波高、基線の変動状態と、脈拍間隔の変動状態とを照らし合わせると、図4に示す様に、包絡線、波高、基線の変動状態が略一定の時は、脈拍間隔の変動状態も略一定となる。しかし、図5に示す様に、包絡線、波高、基線の変動状態が揺らいでいる時は、脈拍間隔の変動状態も揺らいでいることが分かる。脈拍間隔の変動状態が略一定な時はノンレム睡眠であり、脈拍間隔の変動状態が揺らいでいる時はレム睡眠であることは既に知られている。従って、図4及び図5に示した様に、包絡線、波高、基線の変動状態と脈拍間隔の変動状態とに相関があることから、包絡線、波高、基線の変動状態によって睡眠状態（レム睡眠とノンレム睡眠）を判定することができる。

【0018】実際に、レム睡眠時とノンレム睡眠時とで包絡線データを比較すると、図6に示す様に、レム睡眠時の方がノンレム睡眠時より包絡線の変動状態が大きいことが分かる。この包絡線データから20秒ずつの標準偏差を求めると、ノンレム睡眠時には、0～20秒で0.15、20～40秒で0.16、40～60秒で0.16と殆ど変化していない。しかし、レム睡眠時には、0～20秒で0.16、20～40秒で0.09、40～60秒で0.10と大きく低下し、60～80秒

で0.15とまた上昇している。即ち、標準偏差が大幅に変化している（揺らいでいる）。従って、包絡線の変動状態が略一定の時（統計処理によって求めた指標の変動がある範囲内の場合）はノンレム睡眠と判定し、包絡線の変動状態が揺らいでいる時（統計処理によって求めた指標の変動がある範囲を超えている場合）はレム睡眠と判定することができる。

【0019】本実施例の判定方法によれば、計測された脈波の頂点または底点の抽出が多少不正確になっても、それによって包絡線の変動状態が大きく変化することはないので、従来の脈拍間隔の変動から睡眠状態を判定する方法と比較して計算処理が圧倒的に簡素であり、簡便に睡眠状態を判定することができる。また、この判定方法では、正確な脈拍間隔を必要としないので、時間軸の測定精度があまり要求されないため、外乱に強く、極めて良好なS/N比を得ることができる。更に、包絡線、波高、基線は呼吸状態を表していることから、本実施例の判定方法を睡眠時無呼吸症等の診断に応用することもできる。

【0020】なお、図3は、包絡線の変動状態によって睡眠状態を判定するフローチャートであるが、図7及び図8に示す様に、波高及び基線の場合でも同様の処理手

順で睡眠状態を判定することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】脈波の計測データである。

【図2】脈波センサの装着状態を示す断面図である。

【図3】睡眠状態判定装置の処理手順を示すフローチャートである。

【図4】包絡線、波高、基線の変動状態と脈拍間隔の変動状態を表すグラフである（変動状態が略一定の時）。

【図5】包絡線、波高、基線の変動状態と脈拍間隔の変動状態を表すグラフである（変動状態が揺らいでいる時）。

【図6】レム睡眠時とノンレム睡眠時の包絡線データを表すグラフである。

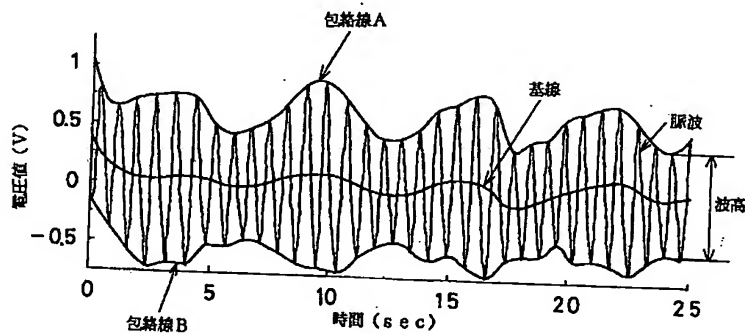
【図7】睡眠状態判定装置の処理手順を示すフローチャートである。

【図8】睡眠状態判定装置の処理手順を示すフローチャートである。

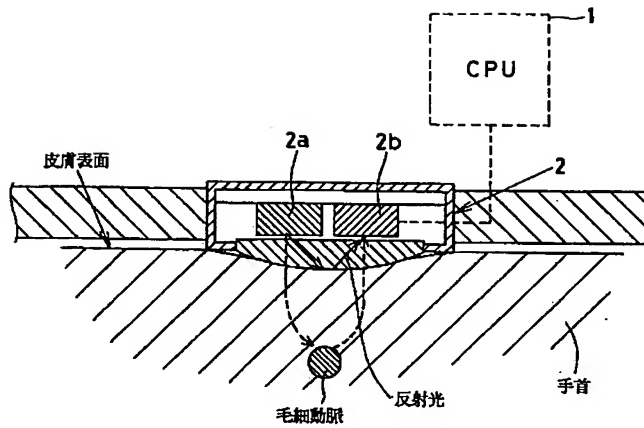
【符号の説明】

- 1 睡眠状態判定装置
- 2 脈波センサ
- A 包絡線
- B 包絡線

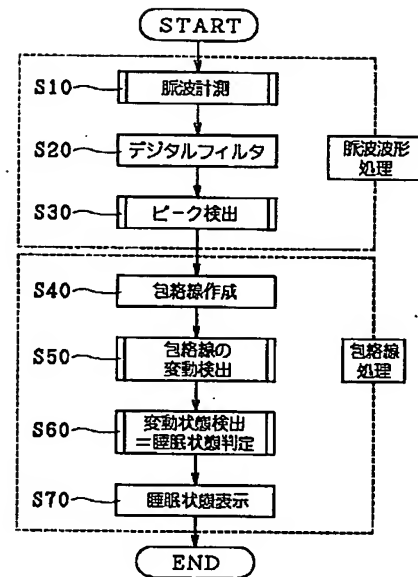
【図1】



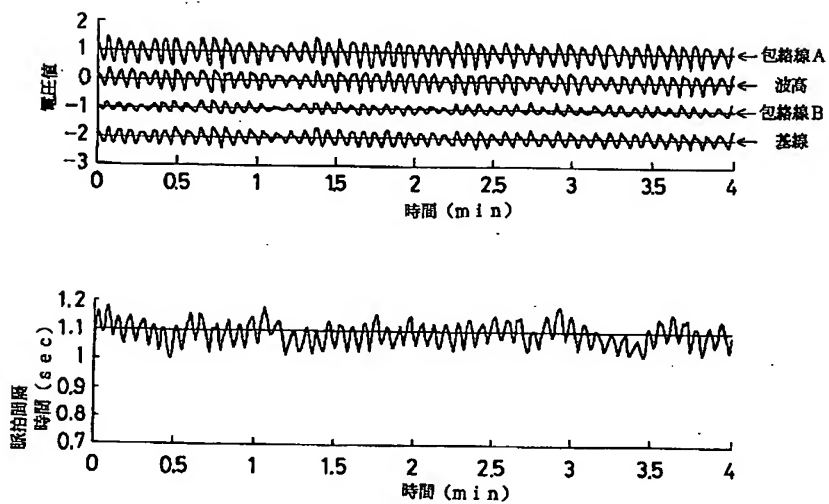
【図 2】



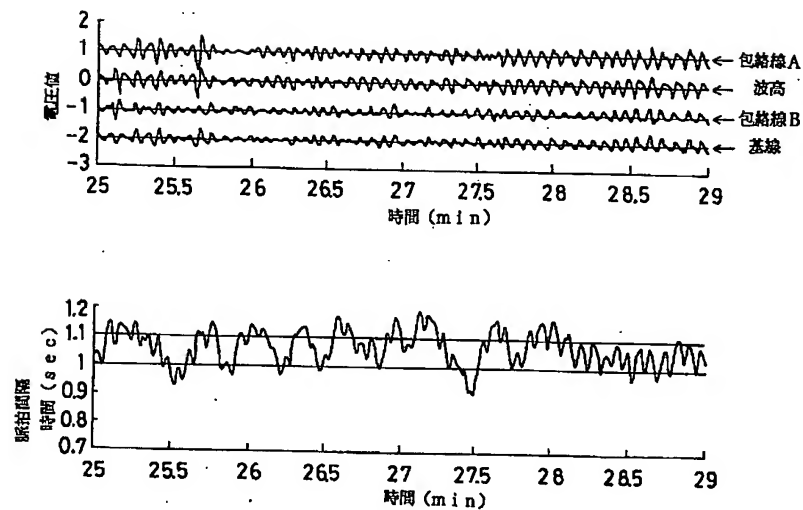
【図 3】



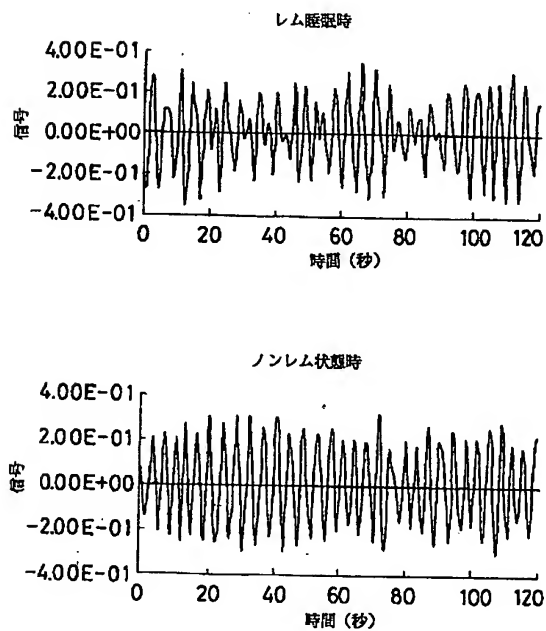
【図 4】



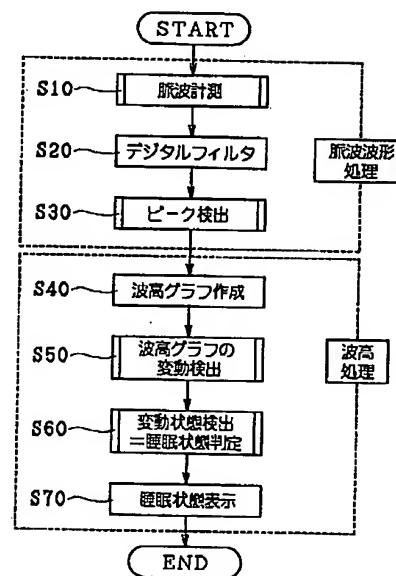
【図5】



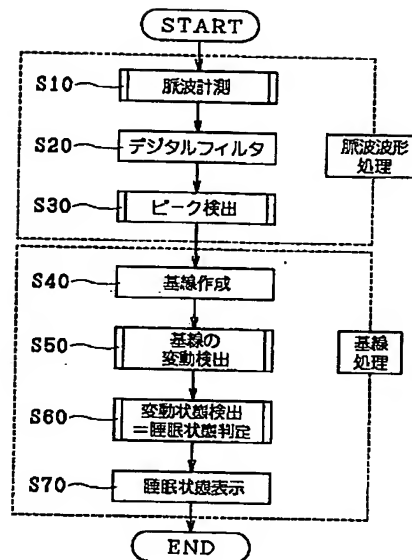
【図6】



【図7】



【図 8】



フロントページの続き

(72)発明者 難波 晋治

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
社デンソー内

Fターム(参考) 4C017 AA09 AC03 AC23 AC28 BC11